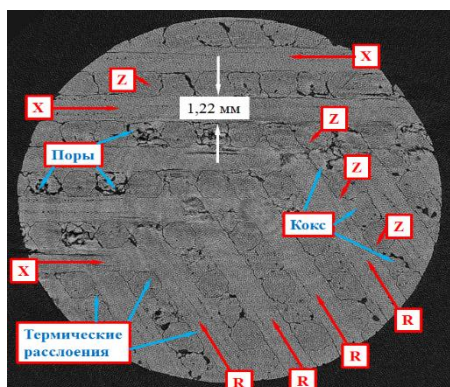


РАСЧЕТНЫЕ ОЦЕНКИ ТЕРМИЧЕСКИХ НАПРЯЖНИЙ В УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ИХ ПРОИЗВОДСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Антанович А.А.¹, Колесников С.А.², Максимова Д.С.²

¹ИФВД РАН, Москва, г. Троицк, Россия, ²НИИГрафит, г. Москва, Россия
antanov@hppi.troitsk.ru



Из-за различных свойств термического расширения углеродных каркаса и матрицы при выполнении высокотемпературных технологических операций изготовления УУКМ возникает высокий уровень термических напряжений в компонентах композита. Линейный коэффициент термического расширения углеродных волокон в 4-5 раз меньше линейного коэффициента термического расширения углеродной матрицы. Поэтому термические деформации элементов УУКМ начинают оказывать влияние на формирование структуры материала еще в процессе карбонизации углеводородов. Уровни внутренних напряжений компонентов композита зависят также и от уровня их жесткости (модуля упругости).



Проведен анализ технологических причин разрушения стержней армирования в соответствии с статистической моделью разрушения композиционных материалов. «Слабейшие» по прочности филаменты разрушаются в первую очередь по мере роста внешней нагрузки и выбывают из эффективной работы композита в целом, превращаясь, в конечном счёте, в дискретные структуры. При этом наиболее высокомодульные филаменты из общего ансамбля в опережающем порядке воспринимают механическую нагрузку, разрушаются и также выбывают из эффективной работы.

Получены аналитические выражения для оценки развития объёмных внутренних напряжений при термической обработке, когда физическое увеличение объёма структурных фрагментов превышает объём открытой пористости. Проведен также численный анализ напряжений в стержнях армирования при эксплуатации УУКМ при температурах, превышающих предельную технологическую температуру. Определены границы уровня плотности и пористости материала, при которых упругое объемное расширение углеродного вещества не превышает объём внутренней пористости и развивающиеся напряжения в стержнях армирования безопасны для эксплуатации УУКМ. Показано, что в этой области рабочих температур порядка 2500 С уровень плотности не снижается менее 1,90...1,93 г/см³. Этот уровень кажущейся плотности является оптимальным для обеспечения высокой эрозионной и окислительной стойкости рабочих поверхностей из УУКМ.